

Kamil KASIAK<sup>1</sup>  
Wojciech SURTEL<sup>2</sup>  
Ryszard MACIEJEWSKI<sup>3,4</sup>

## Telemedycyna w sytuacjach kryzysowych

### Telemedicine in emergency situations

<sup>1</sup>Studenckie koło naukowe przy Katedrze i Klinice Chirurgii Urazowej i Medycyny Ratunkowej UM w Lublinie.

Kierownik:  
dr hab. Adam Nogalski, prof. UM

<sup>2</sup>Instytut Elektroniki i Technik Informacyjnych Politechniki Lubelskiej.

Kierownik:  
prof. dr hab. Waldemar Wójcik

<sup>3</sup>Katedra Medycyny Ratunkowej WSiLz w Rzeszowie.

Kierownik:  
prof. dr hab. Ryszard Maciejewski

<sup>4</sup>Katedra i Zakład Anatomii Prawidłowej Człowieka UM w Lublinie.

Kierownik:  
prof. dr hab. Ryszard Maciejewski

#### Słowa kluczowe:

telemedycyna, teletransmisja, zespoły ratownictwa medycznego, FAST

#### Key words:

telemedicine, teletransmission, rescue medicine, FAST

Telemedycyna, czyli „medycyna na odległość”, to świadczenie usług medycznych z wykorzystaniem zdobyczy telekomunikacji i informatyki. Telemedycyna jest obecnie jedną z dynamicznie rozwijających się form medycyny. Umożliwia ona prosty i szybki kontakt z lekarzem konsultującym.

Możliwość przesyłania danych jest szczególnie cenna w sytuacjach kryzysowych i w ośrodkach terenowych, w których dostęp do poszczególnych specjalistów jest ograniczony. Telemedycyna wykorzystywana jest także w pracy zespołów ratownictwa medycznego, zarówno w warunkach Szpitalnych Oddziałów Ratunkowych (SOR), izb przyjęć, jak i zespołów wyjazdowych ratownictwa medycznego. Pozwala ona również na kształcenie kadr medycznych. Telemedycyna może być oparta na wykorzystaniu wcześniej zapisanych informacji i najczęściej wykorzystywana jest podczas interpretowania badań wykonanych w trybie planowym. Telemedycyna czasu rzeczywistego wymaga jednoczesnej obecności lekarza konsultującego i osoby, która przesyła badanie i wykorzystywana jest głównie w przypadku stanów nagłych. Telemedycyna może być stosowana w każdej specjalności medycznej. Z powodzeniem służy pacjentom ambulatoryjnym monitorując ich stan zdrowia w warunkach domowych.

W pracy przedstawiono ogólne informacje dotyczące telemedycyny i jej wybranych zastosowań. Ze względu na fakt, że w ramach pracy zespołów wyjazdowych ratownictwa medycznego zastosowanie znajduje teletransmisja zapisu elektrokardiograficznego oraz ultrasonografii FAST w niniejszej pracy skupiono się na opisie tych badań.

#### Wstęp

Telemedycyna jest obecnie jednym z podstawowych narzędzi stosowanych w medycynie. Jest ona szeroko stosowana zarówno w diagnostyce ambulatoryjnej jak i leczeniu zamkniętym. Praktycznie każda specjalizacja lekarska i każdy proces diagnostyczny leczniczy potencjalnie może być przeprowadzony z wykorzystaniem telemedycyny. Telemedycyna może służyć opiece nad pacjentem indywidualnym, ale także za jej pomocą można prowadzić badania przesiewowe czy populacyjne. Przykładem może być zastosowanie jej do wczesnego wykrywania retinopatii cukrzycowej [1].

Telemedicine is delivery of health care and sharing of medical knowledge over a distance taking the advantage of new technologies. Thanks to telemedicine immediate and simply contact with consulting doctor is possible. The possibility of data transmission is especially valuable in local medical centers because of limited access to specialists. Telemedicine is also useful in rescue medicine, both in Emergency Departments and ambulances. This technology is also use in process of medical staff education. Telemedicine also helps patients suffering from chronic disorders to control disease. In this paper general information and selected usage of telemedicine were presented. Because of the role in the rescue medicine we focused on transmission of ECG and FAST examination.

Zdjęcia obrazu dna oczu wykonane kamerą cyfrową mogą być wysyłane do ośrodków referencyjnych i oceniane przez ekspertów. Dodatkowo ten sposób archiwizacji danych pozwala na obiektywne stwierdzenie progresji zmian nawet, jeśli badania oceniają różni specjaliści. Jest to niewątpliwie najlepszy sposób udokumentowania istniejących zmian. Wykorzystanie telemedycyny ma w tym przypadku dwojakie znaczenie – z jednej strony umożliwia pacjentom mieszkającym daleko od ośrodka referencyjnego wczesne rozpoznanie choroby i kwalifikację do leczenia, z drugiej zaś pozwala na śle-

Adres do korespondencji:  
prof. dr hab. Ryszard Maciejewski  
Katedra i Zakład Anatomii Prawidłowej Człowieka UM w Lublinie.  
ul. Jaczewskiego  
420-090 Lublin  
e-mail: maciejewski.r@gmail.com  
tel. kom. 607 445 844

dzenie progresji zmian. Telemedycyna może również służyć pracy naukowej lub badaniom klinicznym nad nowymi substancjami leczniczymi. Aby wyeliminować stronniczość wyniki badań mogą być przekazywane niezależnym ośrodkom, co eliminuje szereg zakłócających wyniki czynników. Ocena wyniku szeregu badań przez jednego eksperta powoduje, że może on również odnieść jedne wyniki do innych.

### **Zastosowanie telemedycyny przez personel medyczny, w tym zespoły ratownictwa medycznego**

#### **Telekardiologia**

Teletransmisja EKG i parametrów życiowych to jeden z najstarszych kierunków, w których rozwijała się telemedycyna. Już w latach 60. możliwy był przesył tych danych za pomocą łącza telefonicznego. Obecnie teletransmisja zapisu EKG do ośrodka konsultacyjnego stała się na tyle prosta, że mogą ją wykonać nawet pacjenci w warunkach domowych.

Wykonywanie zapisu EKG w warunkach zespołów wyjazdowych zazwyczaj związane jest z wystąpieniem u chorego bólu w klatce piersiowej bądź zaburzeń rytmu serca.

W przypadku NSTEMI stwierdzane w EKG nieprawidłowości to:

- Obniżenie odcinka ST w przynajmniej dwóch sąsiadujących ze sobą odprawieniach.

- Ujemne załamki T (co najmniej o głębokości 0,1 mV) lub zmiana uprzednio ujemnych załamek w dodatnie. Nawet w połowie przypadków zapis EKG może nie wykazywać tych cech i być prawidłowy. Zgodnie z zaleceniami u każdego chorego z klinicznym podejrzeniem NSTEMI należy wykonać EKG już w ciągu pierwszych 10 minut od kontaktu z lekarzem lub zespołem ratownictwa medycznego. Leczenie w przypadku NSTEMI uwzględnia stratyfikację ryzyka zgonu lub zawału serca. U chorych z ryzykiem dużym lub pośrednim właściwa jest pilna strategia inwazyjna, w której koronarografia i angioplastyka wieńcowa wykonywane są w ciągu pierwszych 2 godzin. Do tej grupy należy zaliczyć chorych z dynamicznymi zmianami odcinka ST w EKG, z nawracającymi dolegliwościami dławicowymi pomimo intensywnego leczenia przeciwniedokrwiennego, niewydolnością serca, niestabilnością hemodynamiczną bądź też wystąpienie groźnych dla życia zaburzeń rytmu serca. Wczesna strategia inwazyjna polega na wykonaniu koronarografii i jeśli są wskazania, plastyki tętnic wieńcowych bądź pomostowania aortalno - wieńcowego w ciągu 72 godzin od przyjęcia do szpitala. Wczesna strategia zachowawcza to postępowanie dla chorych z małym i w części przypadków pośrednim ryzykiem, polegająca na optymalnym

leczeniu farmakologicznym w początkowej fazie i wykonaniu koronarografii i ewentualnego leczenia zabiegowego w późniejszym terminie. Należy przypomnieć, że u chorych z NSTEMI nie stosuje się leczenia fibrynolitycznego stąd przy niestabilności hemodynamicznej, silnych dolegliwościach bólowych czy też w przypadku wystąpienia groźnych zaburzeń rytmu serca priorytetem staje się hospitalizacja chorego w placówce dysponującej pracownią hemodynamiczną. Stąd szczególnie cenna dla zespołów wyjazdowych ratownictwa medycznego jest możliwość konsultacji z ekspertem, który po uwzględnieniu nieprawidłowości w zapisie EKG oraz stanu klinicznego pacjenta zdecyduje o dalszym postępowaniu, w tym o docelowym miejscu hospitalizacji pacjenta.

STEMI charakteryzuje się występowaniem w EKG uniesienia odcinków ST zwanych falą Pardeego. Ze względu na typowy obraz EKG, jest on łatwiejszy do rozpoznania w 12-odprowadzeniowym EKG niż NSTEMI. Wśród chorych z uniesieniem odcinka ST 30% nawet do 50% umiera przed przybyciem do szpitala z powodu pierwotnego migotania komór. W przypadku STEMI możliwe jest podjęcie leczenia fibrynolitycznego przez zespół ratownictwa medycznego lub jednostkę nie posiadającą pracowni hemodynamicznej.

Według wytycznych zgodnych z Evidence Based Medicine (EBM), jeśli czas od wystąpienia objawów STEMI nie przekracza 3 godzin i wybór strategii inwazyjnej nie spowoduje opóźnienia, to leczenie fibrynolityczne i przeszłokarna interwencja wieńcowa przynoszą podobne korzyści. Innymi słowami leczenie fibrynolityczne w STEMI preferuje się w ciągu pierwszych 3 godzin od wystąpienia objawów w sytuacji, gdy strategia inwazyjna wiązałaby się z opóźnieniem leczenia. Leczenie fibrynolityczne jest również preferowane w sytuacjach, gdy przeszłokarna interwencja wieńcowa wiązałaby się z przedłużonym transportem chorego, przewidywana różnica w czasie pomiędzy okresem od przybycia do szpitala i napełnienia balonu a przybyciem do szpitala do wdrożenia leczenia fibrynolitycznego byłaby większa od 60 minut, bądź czas od wezwania pomocy medycznej lub początku hospitalizacji do napełnienia balonu byłby dłuższy od 90 min. Oczywiście istnieje możliwość, że fibrynoliza okaże się nieskuteczna i wówczas chory wymaga wykonania ratunkowej przeszłokarnej interwencji wieńcowej. Należy także pamiętać, że po upływie 12 godzin od rozpoczęcia leczenia pacjenci ze STEMI nie odnoszą żadnych korzyści z leczenia fibrynolitycznego.

Z kolei strategię inwazyjną preferuje się, kiedy pacjent może trafić do pracowni hemodynamicznej, w której przeszłokarna interwencja wieńcowa zostanie wykonana w ciągu 90 minut od momentu wezwania pomocy lub rozpoczęcia hospitalizacji. Oznacza to,

że pracownia hemodynamiczna powinna pozostawać w pełnej gotowości na przyjęcie chorego. Podobnie u pacjentów, u których ból w klatce piersiowej pojawił się ponad 3 godziny przed przyjęciem do szpitala lub są obciążeni dużym ryzykiem, preferowana jest strategia inwazyjna. Jak widać właściwa kwalifikacja chorego przez zespół ratownictwa medycznego oraz możliwość szybki transport do ośrodka dysponującego optymalnym leczeniem może przynieść wymierne korzyści dla chorego. W przypadku STEMI szczególnie istotne jest oszacowanie czasu, po jakim chory zostanie poddany leczeniu.

Od kilku lat obserwuje się dynamiczny rozwój teletransmisji zapisów EKG w ratownictwie medycznym. Obecnie karetki pogotowia ratunkowego standardowo wyposażone są w urządzenia umożliwiające wykonanie 12-odprowadzeniowego EKG oraz oznaczenie parametrów takich jak tętno, ciśnienie tętnicze krwi i saturacja oraz przesłanie ich do ośrodków kardiologicznych. Systemy te wykorzystywane są zwłaszcza przez zespoły podstawowe. Ich użycie pozwala na maksymalne skrócenie czasu od wystąpienia zawału do wykonania angioplastyki naczyń wieńcowych lub leczenia fibrynolitycznego poprzez właściwe zakwalifikowanie chorego do reperfuzji oraz przygotowanie pracowni hemodynamicznej i jej personelu na przyjęcie pacjenta. Dane z lat 2005-2006 z ośrodka warszawskiego wskazują, że jedynie 18% pacjentów jest poddawanych pierwotnej angioplastyce wieńcowej w ciągu 120 minut od momentu pojawienia się niedokrwienia [2]. W badaniach przeprowadzonych u pacjentów ze STEMI wykazano, że u pacjentów, którzy samodzielnie lub za pośrednictwem zespołu ratownictwa medycznego dokonali teletransmisji zapisu EKG czas pomiędzy początkiem hospitalizacji a napełnieniem balonu był istotnie krótszy, niż u pacjentów, którzy nie mieli wykonanej teletransmisji EKG [3]. Według danych duńskich teletransmisja 12-odprowadzeniowego zapisu EKG w przypadku STEMI czas do podjęcia reperfuzji w warunkach pracowni hemodynamicznej skraca się o ponad 1 godzinę [4,5]. Teletransmisja ułatwia również wyłonienie grupy pacjentów, dla których korzyści z angioplastyki wieńcowej mogą być porównywalne z korzyściami wynikającymi z leczenia fibrynolitycznego, zwłaszcza jeśli czas dotarcia do pracowni hemodynamicznej opóźni leczenie [5]. Dodatkowo system teletransmisji umożliwia ocenę stanu pacjenta, przekazanie sugestii dotyczących postępowania podczas transportu, jeśli pacjent wymaga podania dodatkowych leków. Opinia konsultanta – kardiologa stanowi cenne wsparcie dla zespołu ratownictwa medycznego, zwłaszcza w przypadkach, w których konieczne jest włączenie dodatkowych procedur lub niestandardowe działania.

Przykładem może być decyzja o podjęciu przedszpitalnej trombolizy przez zespół ratownictwa medycznego [5]. W przypadku podjęcia na podstawie teletransmisji zapisu EKG decyzji o konieczności transportu do odleglejszych ośrodków dysponujących dyżurującą pracownią hemodynamiczną, obserwowano występowanie zaburzeń rytmu serca u 7,5% włączonych do badania pacjentów. Wśród tych powikłań najczęściej wystąpiło migotanie komór (4%), częstoskurcz komorowy (2%), PEA (0,5%). Zgon wystąpił u 2% badanej grupy [4]. Należy również wspomnieć, że teletransmisje EKG pozwalają na obniżenie kosztów leczenia pacjentów z ostrymi zespołami wieńcowymi. Obniżeniu ulegają koszty transportu, leczenia powikłań związanych z opóźnieniem reperfuzji, a także koszty rehabilitacji. Według danych *Rynku Zdrowia* obecnie w Polsce działa 88 stacji odbiorczych, a urządzenia nadawcze znajdują się w 900 z 1400 ambulansów, głównie defibrylatory Lifepak i Zoll. Wykorzystanie teletransmisji EKG jest częstsze na terenach, gdzie odległość do pracowni hemodynamicznej jest dość duża, rzadziej zaś przez zespoły, które znajdują się w pobliżu takich pracowni.

Na rycinie 1 przedstawiono urządzenia do teletransmisji zapisu EKG.

System medycyny ratunkowej Lifenet bazuje na urządzeniu nadawczym, którym jest defibrylator Lifepak wyposażony w moduł służący do teletransmisji danych oraz z części odbiorczej – Medyczna Stacja Odbiorcza. Łączność bezprzewodowa Bluetooth pozwala na przesłanie danych za pomocą jednego przycisku. Wykazują dużą odporność na uszkodzenia mechaniczne i niekorzystne warunki atmosferyczne. Opcjonalnie defibrylatory Lifepak 15 mogą być wyposażone w czujnik umożliwiający monitoring tlenu węgla, saturacji i poziomu methemoglobiny, dwutlenku węgla, temperatury, ciśnienia krwi, z opcją alarmów dźwiękowych i wizualnych wszystkich monitorowanych parametrów. Możliwe jest również archiwizowanie danych. Według danych na koniec ubiegłej dekady do całodobowego systemu Lifenet należało ok. 41% ambulansów zakontraktowanych przez Narodowy Fundusz Zdrowia, a także około 80 szpitalnych oddziałów ratunkowych.

Zaawansowany system transmisji danych z defibrylatorów ZOLL umożliwia transmisję diagnostycznego zapisu EKG wraz z raportami funkcji życiowych przez standardowy telefon komórkowy (transmisja w systemie DUN - Dial-Up Networking) lub za pośrednictwem Palmtopa/Smartfona. Połączenie za pośrednictwem tych urządzeń z siecią komórkową i Internetem powoduje przesłanie danych do urządzenia odbiorczego i przesłanie ich za pośrednictwem serwera na adres e-mail lub fax. System umożliwia



Rycina 1. Zestaw do teletransmisji zapisu EKG, używany w zespołach wyjazdowych ratownictwa medycznego.

identyfikację urządzenia nadawczego, archiwizację i grupowanie przesyłanych danych oraz powiadomienie odbiorcy o otrzymaniu EKG. W przypadku wykorzystania transmisji w systemie DUN możliwe jest przesłanie zapisu EKG do dowolnej ilości odbiorców. Co ważne, odbiorca może być wybrany z poziomu defibrylatora, jak również możliwe jest wprowadzenie nowego odbiorcy za pośrednictwem urządzenia nadawczego.

### Teleradiologia

Już w 1957 roku radiolog Albert Jutras stworzył w Montrealu pierwszy system do teleradiologii. Teleradiologia jest jedną z najprężniej rozwijających się dziedzin telemedycyny i obecnie z powodzeniem stosowana jest zarówno na świecie, jak i w Polsce. Badania radiologiczne w większości przeprowadzane są przez dobrze wyszkolonych techników radiologii i nie wymagają obecności lekarza, zaś zapis badania w formie cyfrowej jest powszechnie stosowany, tak więc warunki do wykorzystania telemedycyny w tej dziedzinie są optymalne. Lekarz radiolog, na podstawie uzyskanego zapisu badania i danych klinicznych może zinterpretować obraz w dowolnym miejscu na świecie, oczywiście o ile dysponuje odpowiednim łączem i oprogramowaniem komputerowym. Teleradiologia może być wykorzystana do przesyłu obrazów takich badań jak zdjęcia rentgenowskie, tomografia komputerowa, rezonans magnetyczny, angiografia, scyntygrafia, densytometria, a nawet badanie ultrasonograficzne czy echokardiograficzne. Wynika to z faktu możliwości zapisu w wysokiej rozdzielczości zarówno badania statycznego, jak i dynamicznego. Obrazy teleradiologii przesyłane są w standardzie DICOM 3.0 (Digital Imaging and Communication in Medicine), umożliwiając zarówno odtworzenie badania, jak i dokonywanie rekonstrukcji, przekształceń i pomiarów. Inną możliwością jest uzyskanie przez radiologa dostępu do danych umie-

szczonych na serwerze. Zaletą tego rozwiązania jest możliwość uzyskania dostępu do pliku przez inne osoby posiadające dostęp do serwera, na przykład w celu konsultacji z innym specjalistą, czy też porównania z badaniem wykonanym i umieszczonym na serwerze wcześniej, w celu na przykład oceny dynamiki opisywanych zmian. System PACS (Picture Archiving and Communication System) umożliwia transmisję danych i ich odpowiednią archiwizację. Komputer, na którym oglądane są obrazy musi posiadać odpowiednie oprogramowanie. Badania mogą być zapisywane w pamięci komputera lub na przenośnych nośnikach pamięci (płyty CD, pendrive, twarde dyski), kopiowane, poddawane dalszej obróbce czy drukowane. W skrócie procedura teletransmisji polega na wykonaniu przez technika badania obrazowego w odpowiedniej pracowni, zapisaniu ich i przesłaniu drogą internetową do interpretującego badanie radiologa lub określonego serwera, do którego posiada dostęp lekarz. Opis badania przesyłany jest zwrotnie do pracowni lub innej placówki za pośrednictwem faksu lub łącza internetowego. Dodatkowo radiolog powinien otrzymać (drogą internetową lub faksem) wszelkie niezbędne dane kliniczne oraz wyniki innych badań, gdyż jest to pomocne we właściwym przeprowadzeniu diagnostyki różnicowej.

Wdrożenie systemu telemedycyny znacząco poprawia dostępność wysoce specjalistycznych badań. Pracownie radiologiczne dysponujące odpowiednim sprzętem mogą znajdować się w jednostkach terenowych, w dużej odległości od wyspecjalizowanej kadry diagnostycznej. Obecnie na rynku polskim działają firmy oferujące wykonanie badań radiologicznych z wykorzystaniem systemów teletransmisji danych. Posiadają one odpowiedni sprzęt diagnostyczny i często zapewniają szybszy dostęp do koniecznego badania, niż jednostki działające przy

zakładach opieki zdrowotnej. Badania mogą być dostępne całodobowo, co zapewnia pełne wykorzystanie drogiej aparatury. Możliwość archiwizacji danych nie wymaga zatrudnienia lekarza radiologa w trybie dyżurowym. Stanowi również oszczędność czasu specjalisty. W tradycyjnym systemie pracy lekarz opisujący badanie musi oczekiwać na zakończenie protokołu badania przed przystąpieniem do jego interpretacji. Systemy teleradiologii umożliwiają przesłanie wyników określonej liczby badań, a to zapewnia optymalne wykorzystanie czasu pracy. Nie bez znaczenia jest aspekt ekonomiczny, pozwalający na obniżenie kosztu badania poprzez zadaniowy system pracy lekarza. W przypadku konieczności pilnej interpretacji badania możliwe jest powiadomienie dyżurującego radiologa o przeprowadzonym badaniu, a w przypadkach wątpliwych uruchomienie systemu konsultacyjnego z innymi specjalistami.

Zastosowanie telemedycyny w radiologii obejmuje niemal wszystkie specjalności lekarskie. Powszechnie jest zastosowanie telemedycyny w neurologii i neurochirurgii, stąd na przykładzie tych dwóch specjalności przedstawiono dane przemawiające za użytecznością teleradiologii.

Teletransmisja zapisów tomografii komputerowej wykorzystywana jest na przykład u pacjentów po urazach rdzenia kręgowego [6]. „Telestroke” jest aplikacją stosowaną u pacjentów z udarami mózgu. Przesyłanie obrazu badania neurologicznego pacjenta oraz wyniku badania ośrodkowego układu nerwowego w tomografii komputerowej pozwala na konsultowanie pacjentów, zwłaszcza tych, którzy nie znajdują się w wysokospecjalistycznych ośrodkach. Jest to ważne zwłaszcza u chorych, którzy mogą być poddani leczeniu fibrynolitycznemu. Poza tym pozwala na wyłonienie grupy pacjentów, którzy w ostrej fazie udaru mogą czerpać korzyści z bardziej agresywnych strategii leczniczych [7,8].

Porównując przydatność konsultacji użyciem telemedycyny z konsultacjami telefonicznymi wykazano, że konsultacje teledygnostyczne wykazują większą czułość (100% w porównaniu do jedynie 58% przy konsultacji telefonicznej), większą specyficzność (odpowiednio 98% i 92%), a także pozwalają w większej ilości przypadków wybrać właściwą strategię leczniczą (98% vs 82%) [9].

W badaniu przeprowadzonym w Chinach porównywano skuteczność konsultacji pacjentów z ostrymi schorzeniami neurochirurgicznymi za pomocą 3 różnych metod – konsultacji telefonicznej, teleradiologii i video-konsultacji. Wykazano przewagę nowoczesnych metod – teleradiologii i video-konsultacji nad konsultacjami telefonicznymi, pomimo, że czas ich uzyskania był znacząco dłuższy

(odpowiednio 1,01; 1,3 i 0,7 godziny). Sposób konsultacji nie wpływał na częstość przekazywania pacjentów do oddziałów neurochirurgicznych w badanych podgrupach, jednakże wykazano istnienie trendu sugerującego zmniejszenie śmiertelności w grupie chorych konsultowanych metodą teleradiologii [10]. Wykazano, że nawet kompresja obrazu przesyłanego za pomocą ogólnie dostępnego oprogramowania celem konsultacji do lekarzy neurologów wiąże się niemal ze 100% zgodnością postawionej diagnozy w porównaniu z badaniami w pełnej jakości [11]. Sugeruje to, że nawet użycie ogólnodostępnego narzędzi przy niedostępnym specjalistycznym oprogramowaniu wydaje się być wystarczająco skuteczne. Tak więc nawet niewielkie, odległe od centrów klinicznych ośrodki mogą za pośrednictwem ogólnodostępnym programów uzyskać pomoc konsultującego neurologa czy radiologa w przypadku podejrzenia świeżego udaru mózgu. Poza tym konsultacja teleradiologiczna pozwala na bardzo szybkie uzyskanie diagnozy – czas ten wynosi średnio niespełna 12 minut [12]. O ile użyteczność telemedycyny u pacjentów w ostrej fazie udaru jest dość dobrze opisana, o tyle wciąż brak dostatecznych danych dotyczących znaczenia telemedycyny w prewencji udaru oraz rehabilitacji poudarowej [8].

Podobnie telemedycyna jest stosowana w innych dziedzinach medycyny, takich jak ortopedia, pulmonologia, medycyna ratunkowa, chirurgia ogólna, może być użyteczna nawet w szpitalnych oddziałach ratunkowych [13].

Co ciekawe telemedycyna umożliwia także wykonywanie badań za pośrednictwem mobilnych urządzeń diagnostycznych. Przykładem może być „objazdowa” pracownia rezonansu magnetycznego, w której przeprowadzane były badania w mniejszych miejscowościach odległych od pracowni stacjonarnych. Zwiększała ona znacznie dostępność do rezonansu magnetycznego oraz umożliwiała przeprowadzanie placówkom terenowym diagnostyki na poziomie porównywalnym do dużych ośrodków klinicznych.

Telemedycyna może być wykorzystana również do badań populacyjnych, zakrojonych na szeroką skalę. Przykładem może być powszechne wykonywanie mammograficznych badań przesiewowych przeprowadzanych w ramach Populacyjnego Programu Wczesnego Wykrywania Raka Piersi w przemieszczających się „mammobusach”. Takie rozwiązanie umożliwia objęcie skriningiem znacznie większej populacji niż badanie w ośrodkach stacjonarnych. Pomimo stosowania takich udogodnień w 2007 roku odsetek zbadanych kobiet na Dolnym Śląsku w wieku 50-69 lat wyniósł jedynie 41%, przy zalecanej zgłaszalności przekraczającej 75% podlegającej skriningowi populacji. Mimo to udało się uzyskać zaleca-

ną przez Unię Europejską liczbę wykrytych przypadków raka piersi przedstawioną jako wielokrotność współczynnika zachorowalności na ten nowotwór w grupie wiekowej objętej skriningiem (poziom zalecany – powyżej 3,0xIR, poziom uzyskany 3,35xIR) [14]. Podobna zgłaszalność została odnotowana w 2007 roku w makroregionie lubelskim – 40,7% i wzrosła w kolejnych latach [15]. Należy liczyć się z tym, że brak możliwości przeprowadzenia badania w mammobusach spowodowałaby jeszcze mniejszą zgłaszalność na badanie, stąd zastosowanie telemedycyny w radiologii może być użyteczne nawet w przypadku badań populacyjnych czy profilaktycznych.

## FAST

W związku z rozwojem technologii i miniaturyzacji sprzętu możliwe stało się tworzenie lekkich, przenośnych ultrasonografów. W Polsce rutynowo badanie ultrasonograficzne wykonywane jest przez lekarzy, zazwyczaj radiologów i specjalistów dziedzin zabiegowych. Focused Assessment with Sonography for Trauma czyli wybiórcza ultrasonografia pourazowa – w skrócie FAST to mobilna ultrasonografia wykorzystywana w ratownictwie przedszpitalnym. Obejmuje ona ocenę narządów jamy brzusznej, jednakże bez ich szczegółowego badania. Istotne jest poszukiwanie wolnego płynu w przestrzeni podwątrobowej (kieszonka Morisona), okolicy okołodzielonej oraz w zachyłku pęcherzowo-odbytniczym. Badanie FEEL (focused echocardiographic evaluation in life support) obejmuje natomiast ocenę okolicy osierdziejowej.

W zaleceniach Sekcji Urazów Towarzystwa Chirurgów Polskich z 2010 roku badanie FAST pojawia się jako rekomendowane w przypadku wstrząsu pourazowego przebiegającego z wypełnieniem żył szyjnych oraz w przypadku krwotoków wewnętrznych i ran przenikających do jam ciała. Również w przypadku niewydolności oddechowej po urazie, obrażeń jamy brzusznej, miednicy usg-FAST jest rekomendowane jako badanie pierwszego rzutu. Niestety w warunkach polskich ocena ultrasonograficzna nie jest wykonywana na miejscu zdarzenia, lecz w warunkach szpitalnych oddziałów ratunkowych.

Badania ultrasonograficzne mają ugruntowaną pozycję w warunkach pomocy szpitalnej. Badanie FAST jest włączone do standardu ATLS w warunkach szpitalnych. FEEL natomiast podporządkowane algorytmom ALS (Advanced Life Support) do rozpoznawania stanów takich jak zator tętnicy płucnej, zatorowości płucna, tamponada serca, odma, krwawienie do jam opłucnej czy hipowolemia [16]. Badania kliniczne wykazały, że wykonanie badania FAST pozwala z 82% czułością i 95% swoistością rozpoznać obrażenia

wewnętrzne będące następstwem tępych urazów z obrażeniami jamy brzusznej [17]. Badanie FAST może być również zastosowane do oceny urazów związanych z dysfunkcją narządu ruchu [18].

W niektórych krajach (np. Francja, Norwegia, Niemcy) ultrasonografy stanowią wyposażenie niektórych karettek pogotowia i śmigłowców medycznych. Niestety jak dotychczas usg FAST nie jest rutynowo wykorzystywane przez zespoły ratownictwa medycznego w Polsce. Niektórzy mają jednak obawy, czy przeprowadzenie badania przez ratownika medycznego będzie wiarygodne oraz czy ultrasonografia jest rzeczywiście przydatna w pomocy przedszpitalnej (Na Ratunek 2/09). Obecne możliwości technologiczne pozwalają nawet na przesłanie dobrego jakościowo obrazu wykonanego przez zespół ratownictwa do dyżurującego lekarza. Badania przeprowadzone w Stanach Zjednoczonych wykazały, że przeprowadzenie krótkiego, 20-minutowego szkolenia ratowników dotyczącego zasad wykonywania badania FAST oraz obsługi sprzętu są wystarczające do uzyskania i przesłania obrazu o zadowalającej jakości. Średni czas badania FAST wynosił około 4 minut [19]. Z kolei badanie przeprowadzone w Turcji wykazało, że dobre efekty przynosi szkolenie ratowników medycznych w systemie czterogodzinnego kursu teoretycznego i czterogodzinnych zajęć praktycznych. Porównując wyniki badania FAST i tomografii komputerowej stwierdzono, że ratownicy wyszkoleni w ten sposób z dużą czułością i specyficzną byli w stanie diagnozować obecność wolnego płynu w jamie brzusznej [20]. Interesujące badanie zostało przeprowadzone w Stanach Zjednoczonych. W badaniu tym analizowano rozpoznania stawiane przez ratowników medycznych postawione na podstawie badania FAST przeprowadzonego w karetkach.

Ratownicy byli przeszkoleni podczas 6-godzinnego kursu treningowego. Wszystkie diagnozy postawione przez ratowników na podstawie przeprowadzonego przez nich badania były zgodne z rozpoznaniem stawianym przez lekarzy ultrasonografistów. Jedynie w 7,7% badań ratownikom nie udało się uzyskać zadowalającego jakościowo obrazu podczas badania [21]. Kolejne badanie również udowodniło, że ratowników medycznych przeszkolonych w wykonywaniu badań FAST cechuje 100% zgodność odnośnie interpretacji badań w odniesieniu do oceny lekarskiej [22]. W świetle tych doniesień okazuje się, że badania FAST przeprowadzone przez ratowników medycznych na miejscu zdarzenia są w pełni wiarygodne, a obawy odnośnie braku kompetencji – nieuzasadnione.

Należy mieć nadzieję, że badanie FAST niebawem zostanie wprowadzone do standardu postępowania

z pacjentami urazowymi w opiece przedszpitalnej. Badanie ultrasonograficzne może być również pomocne w badaniu pacjentów nieurazowych na przykład z podejrzeniem zatorowości płucnej czy zawałem mięśnia serca. Może również być pomocne podczas reanimacji (np. ocena kurczliwości mięśnia serca przy podejrzeniu PEA – Pulseless Electrical Activity- aktywności elektrycznej bez tętna) czy oceny przyczyn hipowolemii (np. pęknięcie tętniaka aorty). Wprowadzenie badania FAST wymaga jednak zakupu odpowiedniego sprzętu i co najważniejsze przeprowadzenia szkoleń wśród ratowników medycznych.

### Podsumowanie

Reasumując telemedycyna stanowi prężnie rozwijającą się gałąź medycyny. Jej zastosowanie jest możliwe niemal w każdej specjalności. Dynamiczny rozwój technologiczny powoduje, że należy się spodziewać upraszczania protokołu transmisji oraz poprawy jakości przesyłanych danych. Zasięg placówek objętych możliwością transmisji z pewnością będzie coraz większy. Nie bez znaczenia jest aspekt ekonomiczny. Teletransmisja znacznie obniża koszty diagnostyki. Pozwala również na odciążenie szpitali wyspecjalizowanych, poprzez przeniesienie ciężaru nowoczesnej diagnostyki na mniejsze ośrodki. Dostęp do bardziej skomplikowanych procedur w szpitalach rejonowych powinien zapewnić najwyższy standard opieki medycznej na terenach nieurbanizowanych.

Powszechne zastosowanie telemedycyny powinno jednak mieć implikacje w procesie kształcenia kadr medycznych. Lekarze, w ramach programu studiów i kształcenia podyplomowego, powinni być zapoznawani z możliwościami transmisji danych i uczeni posługiwania się tą techniką. Ratownicy medyczni – również w ramach nauki zawodu, jak i dodatkowych szkoleń podyplomowych – powinni być obligowani do posiadania umiejętności wykonania transmisji zapisu EKG oraz szkoleni w kierunku wykonywania badania FAST. Podobnie pielęgniarki i personel techniczny musi zostać właściwie przeszkolony.

Ze względu na fakt, iż transmitowane dane objęte są ochroną danych osobowych należy liczyć się również ze zwiększeniem bezpieczeństwa przesyłania informacji oraz procesu autoryzacji. Dostępność danych medycznych na serwerach związane jest z niebezpieczeństwem kradzieży poufnych informacji. Należy pamiętać, że w przypadku wykorzystania łączy internetowych obowiązuje tajemnica lekarska, podobnie jak w przypadku tradycyjnych form zapisu informacji o pacjencie.

Telemedycyna może usprawnić system działania jednostek wyjazdowych ratownictwa medycznego. Dzięki możliwości diagnostyki pacjenta oraz

zapewnienia mu optymalnej jakości usług medycznych potencjalnie przyczyni się również do zwiększenia satysfakcji ratowników z wykonywanej pracy. Być może przyczyni się także do traktowania ratowników medycznych jako równoprawnych członków systemu opieki medycznej, nie zaś jedynie do pracowników mających jedynie za zadanie bezpieczne i szybkie dowiezienie chorego do szpitala.

Pomimo niewątpliwych zalet telemedycyny należy jednak pamiętać, że nic nie zastąpi bezpośredniego kontaktu pacjenta z lekarzem czy innym pracownikiem ochrony zdrowia. Dzięki bezpośredniej konfrontacji badany ma możliwość korzystania z niemal wszystkich zmysłów – wzroku, słuchu, dotyku i węchu. Niestety telemedycyna ogranicza się jedynie do dwóch pierwszych. Holistyczne podejście do chorego niemalże zawsze wymaga bezpośredniego kontaktu badanego i badającego. Musimy więc pamiętać, że umiar jest dobry we wszystkim.

### Piśmiennictwo

1. Villena JE, Yoshiyama CA, Sánchez JE, Hilario NL, Merin LM. Prevalence of diabetic retinopathy in Peruvian patients with type 2 diabetes: results of a hospital-based retinal telescreening program. *Rev Panam Salud Publica* 2011; 30: 408-414.

2. Ostrzycki A, Sosnowski C, Borowiec-Kocańda A, Zera T, Pieńkowska K, Drop-Dzwonkowska D, Chwyczko T, Kowalik I, Szwed H. Pre-hospital delay of treatment in patients with ST segment elevation myocardial infarction undergoing primary percutaneous coronary intervention: experience of cardiac centre located in the vicinity of the centre of Warsaw. *Kardiologia Pol* 2008; 66(6): 609-616.

3. Adams GL, Campbell PT, Adams JM, Strauss DG, Wall K, Patterson J, Shuping KB, Maynard C, Young D, Corey C, Thompson A, Lee BA, Wagner GS. Effectiveness of prehospital wireless transmission of electrocardiograms to a cardiologist via hand-held device for patients with acute myocardial infarction (from the Timely Intervention in Myocardial Emergency, NorthEast Experience [TIME-NE]). *Am J Cardiol* 2006; 98(9):1160-1164.

4. Sejersten M, Sillesen M, Hansen PR, Nielsen SL, Nielsen H, Trautner S, Hampton D, Wagner GS, Clemmensen P. Effect on treatment delay of prehospital teletransmission of 12-lead electrocardiogram to a cardiologist for immediate triage and direct referral of patients with ST-segment elevation acute myocardial infarction to primary percutaneous coronary intervention. *Am J Cardiol* 2008 Apr 1; 101(7):941-6.

5. Ripa MS. The ECG as decision support in STEMI. *Dan Med J* 2012; 59(3): B4413.

6. Woo C, Guihan M, Frick C, Gill CM, Ho CH. What's happening now! Telehealth management of spinal cord injury/disorders. *J Spinal Cord Med*. 2011; 34(3):322-331.

7. **Waite K, Silver F, Jaigobin C, Black S, Lee L, Murray B, Danyliuk P, Brown EM.** Telestroke: a multi-site, emergency-based telemedicine service in Ontario. *J Telemed Telecare* 2006;12(3):141-5.
8. **Audebert HJ, Schwamm L.** Telestroke: scientific results. *Cerebrovasc Dis* 2009;27 Suppl 4:15-20.
9. **Capampangan DJ, Wellik KE, Bobrow BJ, Aguilar MI, Ingall TJ, Kiernan TE, Wingerchuk DM, Demaerschalk BM.** Telemedicine versus telephone for remote emergency stroke consultations: a critically appraised topic. *Neurologist* 2009; 15(3): 163-166.
10. **Wong HT, Poon WS, Jacobs P, Goh KY, Leung CH, Lau FL, Kwok S, Ng S, Chow L.** The comparative impact of video consultation on emergency neurosurgical referrals. *Neurosurgery* 2006; 59(3): 607-13.
11. **Phabphal K, Hirunpatch S.** The effectiveness of low-cost teleconsultation for emergency head computer tomography in patients with suspected stroke. *J Telemed Telecare* 2008;14(8):439-42.
12. **Yaghmai V, Salehi SA, Kuppaswami S, Berlin JW.** Rapid wireless transmission of head CT images to a personal digital assistant for remote consultation. *Acad Radiol* 2004; 11(11): 1291-1293.
13. **Rossi Maria CE, Nicolucci Antonio, Di Bartolo Paolo, Bruttomesso Daniela, Girelli, Angela, Ampudia Francisco J, Kerr David, Ceriello Antonio, Mayor Carmen De La Questa, Pellegrini Fabio, Horwitz David, Vespasiani Giacomo.** Diabetes Interactive Diary: A New Telemedicine System Enabling Flexible Diet and Insulin Therapy While Improving Quality of Life. *Diabetes Care* 2010 January;33(1): 109-115.
14. **Szynglarewicz B, Matkowski R, Kasprzak P, Strychalska M, Kupczak P, Kotowska J, Forgacz J, Pudelko M, Kornafel J.** Diagnostic Service Effectiveness During the First Year of Breast Cancer Screening in the Region of Lower Silesia. *AAAdv Clin Exp Med* 2008; 17(6):661-666.
15. **Siwczyńska D, Barańska A, Mińko M, Pacian A, Religioni U, Bojakowska U.** Ocena skuteczności programów profilaktycznych dotyczących raka piersi elementem zarządzania w ochronie zdrowia w makroregionie lubelskim. *Hygeia Public Health* 2012; 47(2): 211-214.
16. **Schellhaas S, Breikreutz R.** Basics of emergency ultrasound. *Praxis (Bern)* 1994. 2012; 101(18): 1153-1160.
17. **Adams B, Sisson C.** Review: Bedside ultrasonography has 82% sensitivity and 99% specificity for blunt intraabdominal injury. *Ann Intern Med* 2012; 157(4):JC2-JC12.
18. **Evans CS, Harris NS.** Ultrasound and ski resort clinics: mapping out the potential benefits. *Wilderness Environ Med* 2012; 23(3): 239-247.
19. **Boniface KS, Shokoohi H, Smith ER, Scantlebury K.** Tele-ultrasound and paramedics: real-time remote physician guidance of the Focused Assessment With Sonography for Trauma examination. *Am J Emerg Med* 2011; 29(5): 477-481.
20. **Unlüer EE, Yavaş O, Kara PH, Kılıç TY, Vandenberg N, Kayayurt K, Kıyancıçek S, Akoğlu H, Yılmaz C.** Paramedic-performed Focused Assessment with Sonography in Trauma (FAST) in the emergency department. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg* 2011; 17(2): 113-116.
21. **Heegaard W, Hildebrandt D, Spear D, Chason K, Nelson B, Ho J.** Prehospital ultrasound by paramedics: results of field trial. *Acad Emerg Med* 2010; 17(6): 624-630.
22. **Walcher F, Kirschning T, Brenner F, Stier M, Rüsseler M, Müller M, Ilper H, Heinz T, Breikreutz R, Marzi I.** Training in emergency sonography for trauma. Concept of a 1-day course program. *Anaesthesist* 2009;58(4):375-8.